

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Riki OGAWA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: METHOD OF ADJUSTING THE LEVEL OF A SPECIMEN SURFACE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:
Application No. _____ Date Filed _____

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-285541	September 30, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and

☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 9月30日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-285541

[ST.10/C]:

[JP2002-285541]

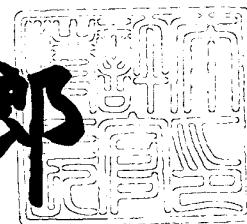
出 願 人
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 6月24日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049424

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000203913

【提出日】 平成14年 9月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 試料面の高さ位置調整方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研
究開発センター内

【氏名】 小川 力

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研
究開発センター内

【氏名】 田畑 光雄

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 試料面の高さ位置調整方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ペリクル付の被検査試料の一主面に検査光を照射してその透過光又は反射光を検査し、試料面上のパターンを検査するパターン検査装置に使用され、該装置によるパターン検査時に試料面の高さ位置を調整する方法であって、

前記検査光とは異なる高さ測定光を前記試料面上に照射し、その反射光の光軸変動量と光量を光電検出器で検出し、検出された光量が予め定められたしきい値以上のときは前記検出された光軸変動量から試料面の高さ位置を算出し、該算出値が許容範囲内となるように高さ方向の移動機構により試料面の高さ位置を制御し、前記検出された光量が前記しきい値より少ないときは前記高さ方向の移動機構による試料面の高さ位置の制御を停止して該移動機構による制御位置を所定の基準位置に固定することを特徴とする試料面の高さ位置調整方法。

【請求項 2】

ペリクル付の被検査試料の一主面に検査光を照射してその透過光又は反射光を検査し、試料面上のパターンを検査するパターン検査装置に使用され、該装置によるパターン検査時に試料面の高さ位置を調整する方法であって、

パターン検査を始める前に、前記検査光とは異なる高さ測定光を前記試料面上に照射してその反射光の光量を光電検出器で検出する操作を前記試料の全面に対して行い、光量が予め定められたしきい値以下となる領域をペリクル座標として記録し、

パターン検査時は、前記ペリクル座標領域以外では、前記高さ測定光を前記試料面上に照射してその反射光の光軸変動量を前記光電検出器で検出し、検出された光軸変動量から試料面の高さ位置を算出し、該算出値が許容範囲内となるように高さ方向の移動機構により試料面の高さ位置を制御し、

前記ペリクル座標領域内では、前記高さ方向の移動機構による試料面の高さ位置の制御を停止して該移動機構による制御位置を所定の基準位置に固定することを特徴とする試料面の高さ位置調整方法。

【請求項 3】

前記基準位置として、前記移動機構による試料面の高さの制御を停止する直前の位置、又は前記移動機構による試料面の高さの制御を停止する前の一定区間における位置の平均値を選択したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の試料面の高さ位置調整方法。

【請求項 4】

前記光電検出器として、2 つに分割されたフォトダイオードからなる 2 分割センサを用いたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の試料面の高さ位置調整方法。

【請求項 5】

前記移動機構は、試料面の高さ位置がパターン検査のための検査光学系の焦点深度内に保持されるように制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の試料面の高さ位置調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レチクルやマスク等の試料に形成されたパターンを調べるためのパターン検査装置において、試料面の高さ位置をリアルタイムに調整する方法に係わり、特にペリクル付きの被検査試料に対する試料面の高さ調整方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

大規模集積回路（LSI）の製造における歩留りの低下の大きな原因の一つとして、デバイスをフォトリソグラフィ技術で製造する際に使用されるフォトマスクの欠陥が挙げられる。このため、このような欠陥を検査するパターン検査装置の開発が盛んに行われ、実用化されている。

【0 0 0 3】

一方、最近では極小なごみがマスクの表面上に付着するのを避けるため、一度完全なパターンが形成されたガラス基板にペリクルという数 μ m 厚さの薄膜が貼られたペリクル枠を固定（接着）して使用することが行われている。従って、パ

ターン検査装置では、ペリクルを貼付ける前の検査は勿論のこと、ペリクルを貼付けた後の最終的な確認のための検査も必要となっている。

【 0 0 0 4 】

この種のパターン検査装置においては、マスクの表面に検査光学系の焦点を合わせるためのオートフォーカスが必須となる。このオートフォーカスは、マスクの高さ位置を検出し、この位置を対物レンズの焦点位置に保つようにサーボをかけることで実現される。マスクの高さ方向の駆動には、微小駆動できるピエゾ素子が用いられる。

【 0 0 0 5 】

マスクの高さ検出方法としては、マスクに光を照射し、その反射光の光軸変動を検出する方法が最も一般的である。例えば、マスクに対して斜めから光を入射し、反射光の光軸変動を2分割センサ等の位置センサで検出して、マスク高さを算出する。そして、サーボ回路によって、このマスク高さ信号が一定となるようにマスクを上下に微動する。

【 0 0 0 6 】

位置センサとしての2分割センサは、2つのフォトダイオードから成り、光は両者にまたがって入射する。一方の出力をA、もう一方をBとすると、光軸の移動によってAとBの割合が変わるため、 $(A - B) / (A + B)$ を計算することで光の位置を検知することができる。また、マスクの傾きやたわみの影響を受けないようにするために、オートフォーカス光はセンサ視野内に照射する必要がある、その光軸を対物レンズを通す方式(TTL)と通さない方式(非TTL)とがある。

【 0 0 0 7 】

このようなオートフォーカスをペリクル付きマスクに用いると、図8に示すように、領域(8-1)ではペリクル枠が高さ測定光を遮り、2分割センサへの光入力が無くなる。即ち、 $(A - B) / (A + B)$ の分母が0となるため、2分割センサの出力信号は異常な値となる。サーボ系はこの異常な信号に基づいて制御をしようとするため、領域(8-1)においてはマスクの高さが焦点位置から大きく移動する結果となる。さらに、焦点位置から大きく離れた位置からサーボを

復帰させるためにある程度時間が必要であるため、領域（８－２）でも焦点位置に戻りきらない。つまり、領域（８－１）及び領域（８－２）では焦点ずれによる画質の劣化から、検査に支障をきたす結果となる。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

このように従来、ペリクル付きのマスクのパターン欠陥を検査する場合、ペリクル枠から一定の区間においてマスクの高さ調整が不能となり、ペリクル無しマスクより狭い領域しか検査することができない。即ち、ペリクル枠から遠く離れた領域しか検査できなくなってしまう。ペリクル枠の大きさ、パターンが形成される領域の大きさ等はデバイスの設計や周辺の装置（例えばステッパ等）によってある程度決まってしまうため、パターン検査装置としては高感度検出を保ったままでペリクル付きマスクの検査をできるだけ広い範囲で実行できることが望まれる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記事情を考慮して成されたもので、その目的とするところは、試料上のパターン欠陥等を検査するためのパターン検査装置において、ペリクル付き試料を用いても広い領域において試料面の高さ調整を行うことができ、パターン検査の高感度化及び高精度化に寄与し得る試料面の高さ位置調整方法を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

（構成）

上記課題を解決するために本発明は、次のような構成を採用している。

【 0 0 1 1 】

即ち本発明は、ペリクル付の被検査試料の一主面に検査光を照射してその透過光又は反射光を検査し、試料面上のパターンを検査するパターン検査装置に使用され、該装置によるパターン検査時に試料面の高さ位置を調整する方法であって、前記検査光とは異なる高さ測定光を前記試料面上に照射し、その反射光の光軸変動量と光量を光電検出器で検出し、検出された光量が予め定められたしきい値

以上のときは前記検出された光軸変動量から試料面の高さ位置を算出し、該算出値が許容範囲内となるように高さ方向の移動機構により試料面の高さ位置を制御し、前記検出された光量が前記しきい値より少ないときは前記高さ方向の移動機構による試料面の高さ位置の制御を停止して該移動機構による制御位置を所定の基準位置に固定することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また本発明は、ペリクル付の被検査試料の一主面に検査光を照射してその透過光又は反射光を検査し、試料面上のパターンを検査するパターン検査装置に使用され、該装置によるパターン検査時に試料面の高さ位置を調整する方法であって、パターン検査を始める前に、前記検査光とは異なる高さ測定光を前記試料面上に照射してその反射光の光量を光電検出器で検出する操作を前記試料の全面に対して行い、光量が予め定められたしきい値以下となる領域をペリクル座標として記録し、パターン検査時は、前記ペリクル座標領域以外では、前記高さ測定光を前記試料面上に照射してその反射光の光軸変動量を前記光電検出器で検出し、検出された光軸変動量から試料面の高さ位置を算出し、該算出値が許容範囲内となるように高さ方向の移動機構により試料面の高さ位置を制御し、前記ペリクル座標領域内では、前記高さ方向の移動機構による試料面の高さ位置の制御を停止して該移動機構による制御位置を所定の基準位置に固定することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

ここで、本発明の望ましい実施態様としては、次のものが挙げられる。

【 0 0 1 4 】

(1) 基準位置として、移動機構による試料面の高さの制御を停止する直前の位置を設定する。

【 0 0 1 5 】

(2) 基準位置として、移動機構による試料面の高さの制御を停止する前の一定区間における位置の平均値を設定する。

【 0 0 1 6 】

(3) 光電検出器として、2つに分割されたフォトダイオードからなる2分割センサを用いたこと。

【 0 0 1 7 】

(4) 移動機構は、試料面の高さ位置がパターン検査のための検査光学系の焦点深度内に保持されるように制御するものであること。

【 0 0 1 8 】

(5) 被検査試料は、試料面上の L S I パターン領域の外側を覆うようにペリクル枠が固定され、このペリクル枠にペリクル薄膜が貼られたものであること。

【 0 0 1 9 】

(6) 試料の高さ方向の移動機構として、ピエゾ素子を用いたこと。

【 0 0 2 0 】

また本発明は、ペリクル付の被検査試料の高さ位置を調整する高さ調整機構を有し、試料に検査光を照射しその透過光又は反射光を検査することにより試料上のパターンを検査するパターン検査装置において、前記高さ調整機構は、前記試料を高さ方向に移動させる高さ方向の移動手段と、前記試料に前記検査光とは異なる高さ測定光を照射し、その反射光の光軸変動量と光量を検出する手段と、前記検出された光軸変動量に応じて前記移動手段における試料の移動量を制御し、且つ前記検出された光量がしきい値以下に低下したときは前記移動手段における制御を停止して試料の高さ位置を該移動手段による所定の基準位置に固定する手段と、を備えてなることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また本発明は、オートフォーカス光をペリクル付の被検査試料上に照射し、その反射光の光軸変動量と光量を光電検出器で検出し、前記光軸変動量から被検物高さを算出してその値を焦点位置に保つように被検物高さを制御するオートフォーカス系を有するパターン検査装置において、試料のパターン検査を始める前に前記光量を測定しながら試料全面を走査して光量が予め定められたしきい値以下となる領域を座標として記録し、検査時にその領域に入る手前でオートフォーカス系に対して試料面の高さの制御を停止して試料の上下微動機構をある基準位置に固定する命令を出し、前記領域から出た直後にオートフォーカス系に対して試料面の高さを焦点位置に保つ制御を再開する命令を出す検査制御系を有することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

(作用)

本発明によれば、高さ測定光による反射光量をモニタし、そのモニタ結果に応じて高さ方向の移動機構による被検査試料の移動制御の実行、停止を選択することにより、高さ測定光がペリクルにより遮られているときには、移動機構による試料の移動を停止することになる。このため、ペリクルの存在による高さ測定時の異常信号によって移動機構が誤動作することが無くなり、試料面がパターン検査光学系の焦点位置などから大きくずれてしまうことを未然に防止することができる。

【 0 0 2 3 】

従って、試料上のパターン欠陥等を検査するためのパターン検査装置において、ペリクル付き試料を用いても広い領域において試料面の高さ調整を行うことができ、パターン検査の高感度化及び高精度化に寄与することが可能となる。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【 0 0 2 5 】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態で使用したパターン検査装置を示す概略構成図である。

【 0 0 2 6 】

図中 1 1 はパターン検査用の光源であり、この光源 1 1 から発せられた検査光は、照明光学系 1 2 によって被検査試料としてのマスク 1 3 上に照明される。マスク 1 3 は、図 2 に示すように、ガラス基板 2 1 の表面（図では下面）に L S I パターンが形成されたものであり、ガラス基板 2 1 に数 μ m 厚さのペリクル薄膜 2 2 が貼られたペリクル枠 2 3 を固定（接着）して使用される。ペリクル薄膜 2 2 は、マスク 1 3 のパターンを形成した面へのゴミの付着を防止するためのものであり、ペリクル枠 2 3 はパターン領域を囲むように該領域の外側に固定されている。

【 0 0 2 7 】

マスク 1 3 を透過した光は、対物レンズを含む結像光学系 1 4 によって検出系 1 5 の撮像素子等に結像され、この検出系 1 5 によって光電的に像が検出される。検出系 1 5 で得られた画像は比較回路系 1 8 で基準画像と比較され、不一致点が欠陥として検出される。ここで、マスク 1 3 は、x y ステージ系 1 6 によって光軸に対して直交した方向に 2 次元的に走査されるようになっており、マスク 1 3 を全面走査することによりマスク 1 3 上のパターン全体の欠陥検査が可能となっている。

【 0 0 2 8 】

オートフォーカス (A F) 系 1 7 は、マスク 1 3 の高さ位置 (より厳密には、図 2 のガラス基板 2 1 の下面) を結像光学系 1 4 の対物レンズの焦点位置 (焦点深度内) に保持するものであり、後述するように構成されている。また、検査制御系 1 9 は、x y ステージ系 1 6, オートフォーカス系 1 7, 検出系 1 5, 比較回路系 1 8 等を制御するものであり、この検査制御系 1 9 の制御の下にパターン検査が行われるものとなっている。

【 0 0 2 9 】

オートフォーカス系 1 7 の具体的な構成を、図 3 に示す。ここでは T T L 型の光テコ方式の例を示すが、これ以外のタイプであってもよいのは勿論のことである。

【 0 0 3 0 】

x y ステージ 1 6 上に載置されたマスク 1 3 は、移動機構としてのピエゾ素子 3 3 により z 方向 (高さ方向) に移動されるようになっている。高さ測定用光源 3 1 から発せられた高さ測定光はダイクロイックミラー 3 2 で反射され、対物レンズ 4 1 の中を通してマスク 1 3 に照射される。マスク 1 3 で反射された光は再び対物レンズ 4 1 を通ってダイクロイックミラー 3 2 で反射され、2 分割センサ 3 4 に入射される。ステージ 1 6 の移動などによりマスク 1 3 の高さが変化すると、2 分割センサ 3 4 に入射する光軸がシフトするため、2 分割センサ 3 4 の出力からマスク 1 3 の高さを検出することができる。

【 0 0 3 1 】

2分割センサ34の検出信号はサーボ回路35に供給される。このサーボ回路35は、2分割センサ34から得られたマスク13の高さ信号を一定に保つようにマスク上下駆動用の piezo素子33にサーボをかけるものであり、フィードバック回路351、ゲイン調整回路352、及びスイッチ回路353で構成されている。

【0032】

2分割センサ34から出力されたマスク13の高さ信号は、サーボ回路35内のフィードバック回路351に入力される。このフィードバック回路351は、高さ信号に基づいて、piezo素子33を駆動するための piezo駆動電圧を出力するものである。

【0033】

一方、piezo素子33からは piezo高さ信号が出力され、この piezo高さ信号はバッファメモリ36に入力される。この piezo高さ信号の代わりに、piezo印加電圧を利用することも可能である。バッファメモリ36は piezo高さ信号を一定期間蓄え、piezo高さの平均値或いは直前値をサーボ回路35内のゲイン調節回路352へ出力する。ゲイン調節回路352は、piezo高さ信号を piezo印加電圧に換算し、スイッチ回路353に出力する。なお、バッファメモリ36が piezo印加電圧を記録する場合は、ゲインは1となるためゲイン調節回路352は不要となる。

【0034】

フィードバック回路351とゲイン調整回路352の各々の出力は、スイッチ回路353を介して piezo素子33に供給される。スイッチ回路353は、2分割センサ34で検出された光量信号に応じて、何れかの信号を選択するようになっている。具体的には、2分割センサ34からの光量信号が予め定められたしきい値以上のときはフィードバック回路351の出力信号を選択し、しきい値より小さい時はゲイン調整回路352の出力信号を選択するようになっている。

【0035】

マスク13の高さ検出機構は、図4に示すように構成されている。即ち、マスク13の下面に対して高さ測定用光源31により斜め方向から光を入射し、反射

光の光軸変動を 2 分割センサ 3 4 で検出する。そして、2 分割センサ 3 4 の検出信号を演算処理することによりマスク 1 3 の高さを算出するようになっている。

【 0 0 3 6 】

2 分割センサ 3 4 は、図 5 (a) に示すように、2 つに分割されたフォトダイオードからなり、それぞれ光の強度に比例した信号出力を行う。各々のフォトダイオードから得られる出力を A, B としたとき、図 5 (b) に示すように、光の位置は $(A - B) / (A + B)$ を計算することで得ることができる。

【 0 0 3 7 】

次に、図 1 ～図 6 に示したパターン検査装置を用いてマスク 1 3 のパターン欠陥を検査するための方法、特にマスク 1 3 の高さ位置を調整する方法について説明する。

【 0 0 3 8 】

光源 1 1 からの検査光をマスク 1 3 に照射し、その透過光を検出系 1 5 で検出し、比較回路系 1 8 で測定データと設計データとを比較することによりパターン欠陥が検査される。このとき、マスク 1 3 を x y ステージ 1 6 により x y 方向に走査することにより、マスク 1 3 の全面を検査することができる。

【 0 0 3 9 】

上記のパターン検査の際に、マスク 1 3 のパターン形成面は結像光学系 1 4 の対物レンズ 4 1 の焦点深度内に保持される必要がある。即ち、オートフォーカスを行う必要がある。このために、オートフォーカス系 1 7 及びピエゾ素子 3 3 等によりによりマスク 1 3 の高さ位置を調整している。

【 0 0 4 0 】

本実施形態の場合、オートフォーカス系 1 7 のサーボ回路 3 5 は 2 分割センサ 3 4 の光量信号 (A + B 信号) を監視しており、高さ測定光がしきい値以上の場合、サーボ回路 3 5 の動作により、マスク 1 3 の高さ位置が一定に保持され、マスク 1 3 の表面は常に対物レンズ 4 1 の焦点深度内となる。このため、マスク 1 3 のパターン欠陥を高精度に検査することができる。なお、しきい値はガラス基板 2 1 の反射率より十分低く設定し、ペリクル枠 2 3 の無いところでフィードバックが停止しないようにすればよい。

【 0 0 4 1 】

一方、高さ測定光がマスク 1 3 上のペリクル枠 2 3 に当たって 2 分割センサ 3 4 における検出光量がしきい値以下になると、サーボ回路 3 5 によるサーボは停止される。ペリクル枠 2 3 に遮られると 2 分割センサ 3 4 に入射する光量が 0 になるため、2 分割センサ 3 4 の A + B 信号を監視し、これが 0 となる位置でサーボを停止するようにすればよい。そして、サーボが停止する直前か或いは停止する前の一定期間の平均高さにピエゾ素子 3 3 の変位量を固定する。即ち、サーボ停止時にピエゾ素子 3 3 の駆動を停止し、

(1) サーボ停止直前の位置

(2) サーボ停止前の一定期間における平均の位置

の何れかの基準位置に固定する。

【 0 0 4 2 】

この際、サーボ回路 3 5 はバッファメモリ 3 6 からピエゾ素子 3 3 の高さの基準値を得て、その高さになるようにピエゾ素子 3 3 に電圧を与える。バッファメモリ 3 6 は常時ピエゾ素子 3 3 の高さのある時間分だけ記憶しており新しい情報に書き換えられている。高さ情報はピエゾ内蔵の位置センサなどによって測定される。サーボ回路 3 5 はバッファメモリ 3 6 から最新の高さ信号か、或いは一定期間の平均高さ信号を読み出すことができる。

【 0 0 4 3 】

基準位置をサーボ停止前の一定期間における平均の位置にした場合、ペリクル枠 2 3 を横切るときの光量の変動、ピエゾ素子の変動、マスク位置の変動は経過時間に対して、図 6 (a) のようになる。比較のため、図 6 (b) にサーボを停止しないときの変動を示す。サーボ停止直前或いは停止前の一定期間の平均位置に固定することにより、マスク 1 3 をほぼ焦点位置に保持することができる。このため、ペリクル枠位置でのピントずれを最小限に抑えることができ、しかもペリクル枠 2 3 を過ぎた後のサーボの復帰に要する時間も最小限に抑えることができる。

【 0 0 4 4 】

このように本実施形態によれば、高さ測定光がペリクル枠 2 3 に遮られている

ときにはサーボを停止することで、マスク 1 3 が対物レンズ 1 4 の焦点位置から大きく外れることを防ぐことができる。また、検査中にオートフォーカス系 1 7 は A + B 信号を監視し、この値がしきい値以下になったときサーボを停止してピエゾ素子 3 3 を基準位置に固定する。その後、A + B 信号がしきい値以上となったら、サーボを再開する。その結果、マスク高さが焦点位置から大きく外れることを避けることができる。これにより、ペリクル付きのマスク 1 3 を用いても広い領域においてマスク 1 3 の高さ調整を行うことができ、パターン検査の高感度化及び高精度化に寄与することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

(第 2 の実施形態)

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に用いたオートフォーカス系 1 7 の具体的な構成を示す図である。なお、図 3 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【 0 0 4 6 】

パターン検査装置の基本構成は第 1 の実施形態と同じであるが、オートフォーカス系 1 7 においては、2 分割センサ 3 4 で得られた光量信号はサーボ回路 3 5 のスイッチ回路 3 5 3 に与えられるのではなく、検査制御系 1 9 に送られる。そして、このこの検査制御系 1 9 によってサーボ回路 3 5 のスイッチ回路 3 5 3 を切り換え制御するようになっている。

【 0 0 4 7 】

本実施形態の場合、パターン検査に先立ち、検査制御系 1 9 は 2 分割センサ 3 4 の A + B 信号を監視しながら x y ステージ 1 6 を走査し、A + B 信号がしきい値以下となる x y ステージ 1 6 の座標をペリクル位置座標として記録する。x y ステージ 1 6 の座標はステージ付属のレーザ干渉計等の測長計で測定される。その後、検査制御系 1 9 は検査を開始し、既に記録されたペリクル位置座標に到達する手前でオートフォーカス系 1 7 を制御してサーボを停止し、サーボが停止する直前か或いは停止する前の一定期間の平均高さにピエゾ素子 3 3 の高さを固定する。そして、ペリクル位置座標から出たあと、オートフォーカス系 1 7 を制御して、フォーカスサーボを再開する。

【 0 0 4 8 】

このように、本実施形態は第 1 の実施形態とは異なり、パターン検査前に事前にペリクル枠 2 3 によって光が遮られる位置を計測する。これにより、フォーカスサーボの停止を実際に光が遮られる少し前に行うことができる。第 1 の実施形態の方法では、実際に光が遮られ始めてからサーボを停止するため、その間にマスク位置が大きくずれてしまう可能性があるが、本実施形態ではこの点を改善することができる。

【 0 0 4 9 】

(変形例)

なお、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではない。実施形態では、高さ測定のための光学系を TTL 方式としたが、非 TTL 方式でも同様に実現することができる。また、高さ測定のための位置センサは 2 分割センサに限るものではなく、被検査試料からの反射光の光軸ずれを電気信号の変化として測定できるセンサであればよい。さらに、被検査試料を高さ方向に移動するための移動機構は、ピエゾ素子に限らず、ステージの移動に伴う試料面の高さ変動に速やかに応答して試料を移動できるものであればよい。

【 0 0 5 0 】

また、実施形態ではパターン検査のために被検査試料の透過光を用いたが、試料からの反射光を用いるものであってもよい。さらに、被検査試料は必ずしもマスクに限るものではなく、レチクルその他の試料に適用可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【 0 0 5 1 】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、試料上のパターン欠陥等を検査するためのパターン検査装置において、ペリクルを有する被検査試料であっても、ペリクル枠の存在に拘わらず広い領域において試料面の高さ調整を行うことができる。従って、ペリクル付きの被検査試料に対する検査可能領域を広げることができ、パターン検査の高感度化及び高精度化をはかることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態に使用したパターン検査装置を示す概略構成図。

【図 2】

マスクの構成を示す断面図。

【図 3】

図 1 のパターン検査装置に用いたオートフォーカス系の具体的構成を示す図。

【図 4】

マスク高さ検出機構の構成を示す図。

【図 5】

2 分割センサの構成と検出信号を示す図。

【図 6】

マスク位置の変動とピエゾ素子の駆動位置との関係を示す図。

【図 7】

第 2 の実施形態におけるパターン検査装置に用いたオートフォーカス系の具体的構成を示す図。

【図 8】

ペリクル付きマスクを用いた場合の問題点を説明するための図。

【符号の説明】

- 1 1 …検査用光源
- 1 2 …照明光学系
- 1 3 …マスク（被検査試料）
- 1 4 …結像光学系
- 1 5 …パターン検出系
- 1 6 …x y ステージ系
- 1 7 …オートフォーカス系
- 1 8 …比較回路系
- 1 9 …検査制御系
- 2 1 …ガラス基板
- 2 2 …ペリクル薄膜

2 3 …ペリクル枠

3 1 …高さ測定用光源

3 2 …ダイクロイックミラー

3 3 …ピエゾ素子

3 4 …2 分割センサ

3 5 …サーボ回路

3 6 …バッファメモリ

4 1 …対物レンズ

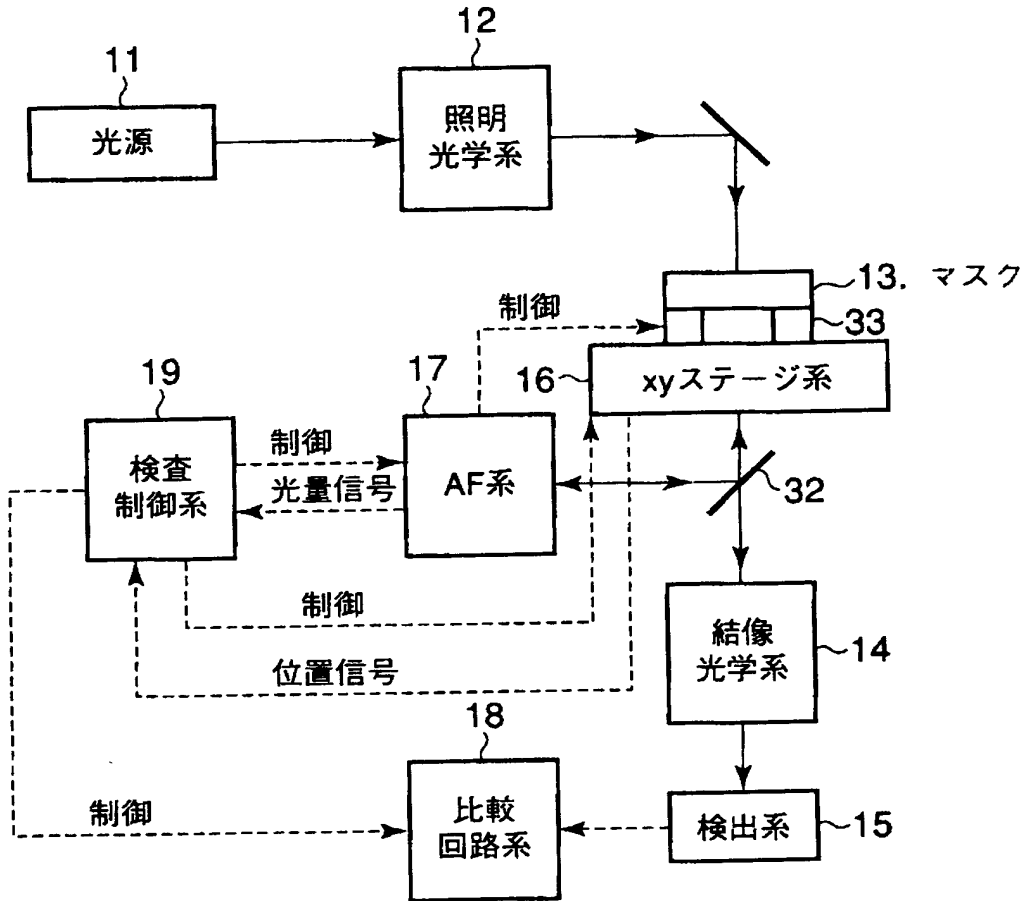
3 5 1 …フィードバック回路

3 5 2 …ゲイン調整回路

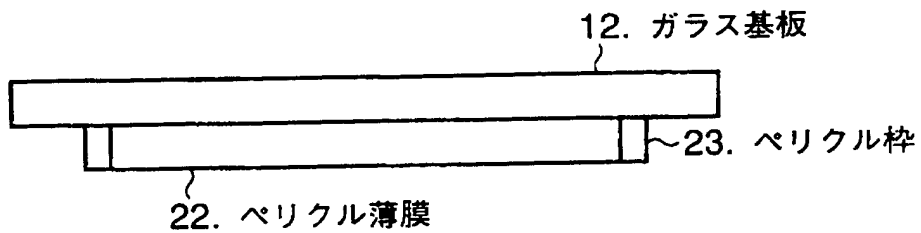
3 5 3 …スイッチ回路

【書類名】 図面

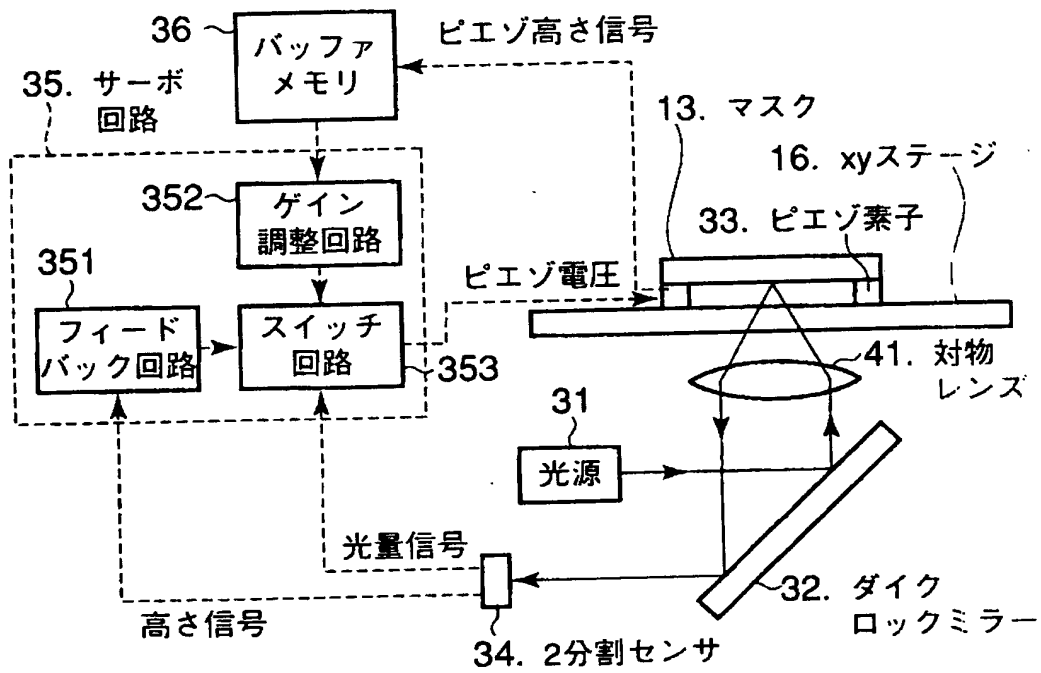
【図 1】



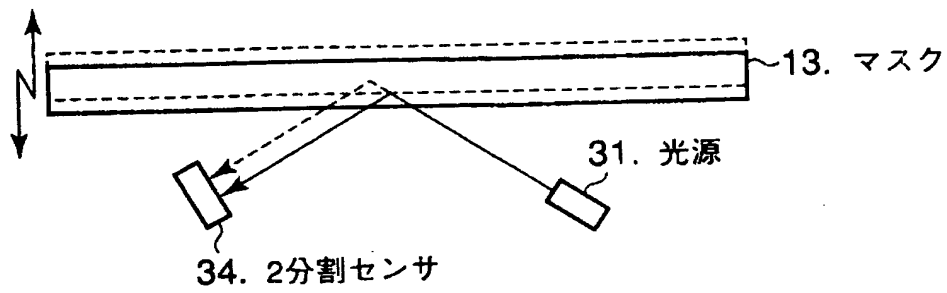
【図 2】



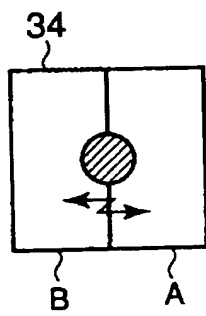
【図 3】



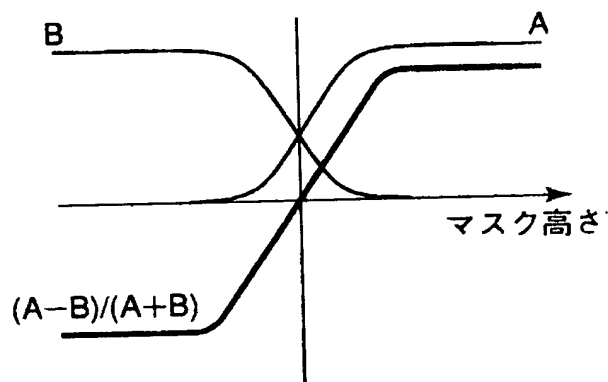
【図 4】



【図 5】

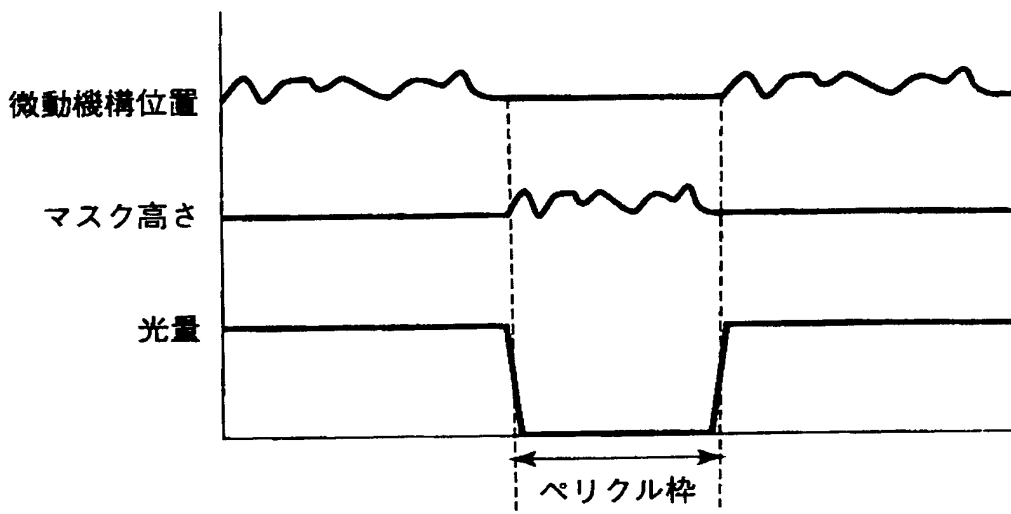


(a)

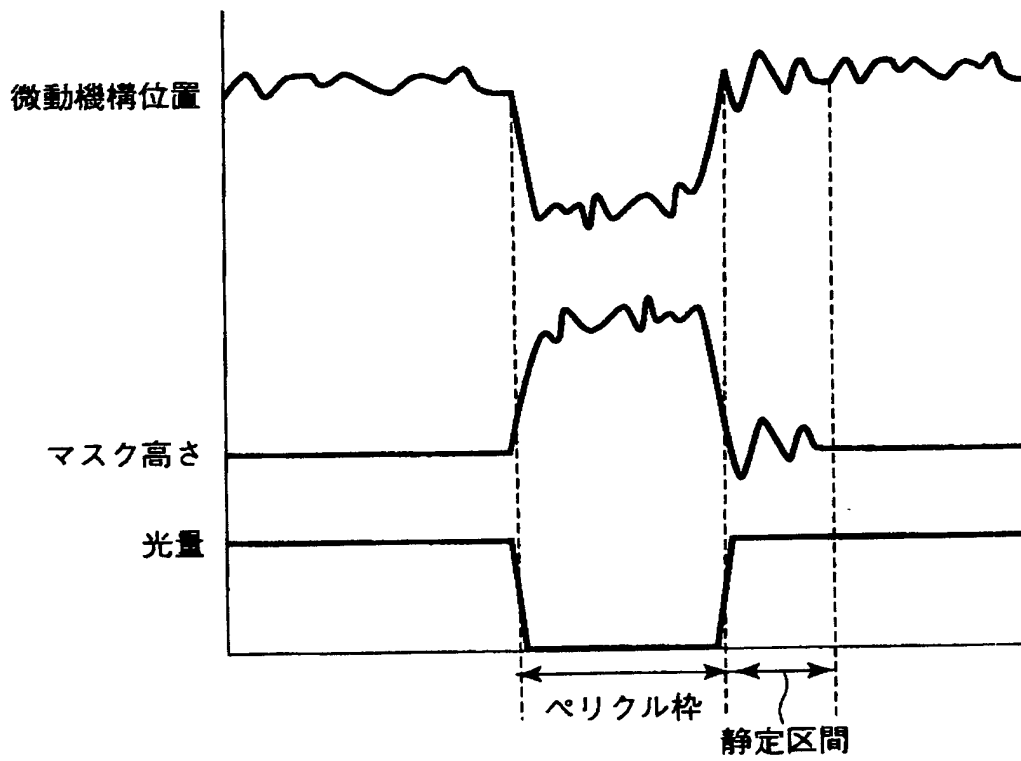


(b)

【図 6】

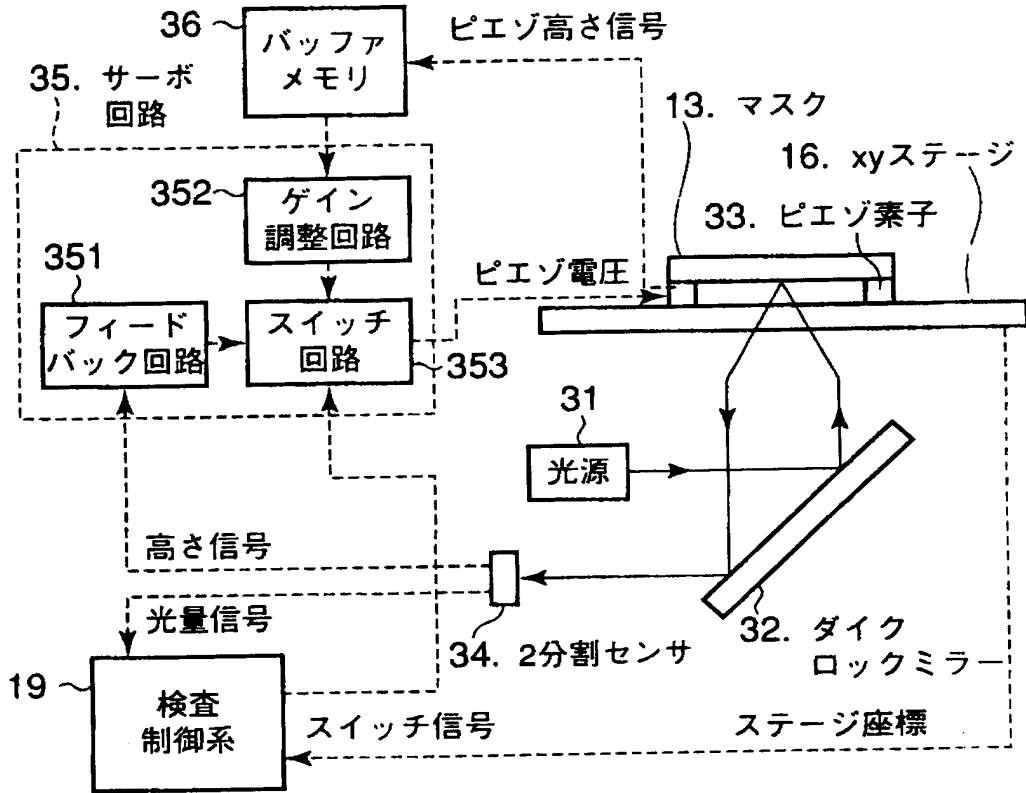


(a)

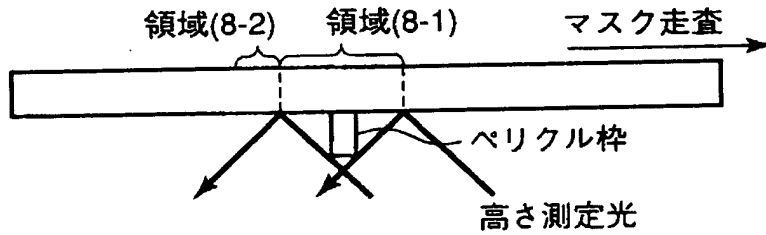


(b)

【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体製造用フォトマスクのパターン検査装置において、高さ測定光のビームがマスク上に載置されたペリクル枠に遮られることによりマスク高さ信号が異常となる場合でも、マスク位置変動を最小限に抑える。

【解決手段】 ペリクル付のマスク 1 3 に検査光を照射してその透過光を検査し、マスク 1 3 上のパターンを検査するパターン検査装置に使用され、該装置によるパターン検査時にピエゾ素子 3 3 の駆動によりマスク 1 3 の高さ位置を調整する方法であって、検査光とは異なる高さ測定光をマスク 1 3 上に照射し、その反射光の光軸変動量と光量を 2 分割センサ 3 4 で検出し、光量がしきい値以上のときは光軸変動量から算出されるマスク 1 3 の高さ位置が結像光学系 1 4 の焦点深度内となるようにピエゾ素子 3 3 を駆動し、光量がしきい値より少ないときはピエゾ素子 3 3 の駆動を停止する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝